Study Setting Relay Overcurrent Pada GI Tomohon

Jeferson.R.F.Roya, Lily S. Patras, Marthinus Pakiding.
Teknik Elektro-FT, UNSRAT, Manado-95115,
Email: Jefersonroya76@gamail.com

Abstract— Relai proteksi adalah susunan peralatan yang direncanakan untuk dapat merasakan atau mengukur adanya gangguan atau mulai merasakan adanya ketidaknormalan pada peralatan atau bagian sistem tenaga listrik dan segera secara otomatis membuka pemutus tenaga untuk memisahkan peralatan atau bagian dari sistem yang terganggu. Berdasarkan konstruksinya terdapat relai elektro mekanik dan relai solid state (static relay). Relai elektro mekanik terdiri dari rangkaian listrik yang menggerakkan suatu mekanisme induksi magnet yang pada akhirnya harus membuka pemutus tenaga (PMT) dengan jalan menutup kontak pemberi arus kumparan trip dari PMT.

Relai arus lebih adalah suatu pengaman yang digunakan untuk memproteksi pada saat terjadi gangguan pada peralatan atau jaringan listrik dari gangguan arus lebih dan arus hubung singkat tiga fasa, dua fasa dan fasa ke tanah.

Penelitian ini dimaksudkan untuk menentukan nilai setting relay over current yang tepat pada saluran transmisi GI Tomohon sampai GI Teling setting relay arus lebih yang terpasang pada Gardu Induk Teling dengan Iset = 2,5 ampere dengan nilai setting waktu 0,407 detik sedangkan Gardu Induk Tomohon dengan Iset = 3.5 ampere dengan nilai setting waktu 0,807 detik dengan demikian apa bila terjadi ganguan pada titik yang terjauh pada GI Teling maka pmt yg terpasang pada gi teling akan bekerja dengan setting waktu 0,407 detik sedangkan yang akan menjadi backup adalah pmt yang terpasang pada GI Tomohon dengan seting waktu 0,807 detik.

Kata kunci : Relai arus lebih, ganguan hubung singkat, setting arus, setting waktu

Abstract— protection relay is an arrangement of equipment that is planned to be able to sense or measure a disturbance or to begin to sense an abnormality in an equipment or part of the electrical power system and to immediately open the circuit breaker to separate the affected equipment or part of the system. Based on the construction, there are electro-mechanical relays and solid state relays (static relays). Electro-mechanical relays consist of an

electrical circuit that drives a magnetic induction mechanism which ultimately has to open the power breaker (PMT) by closing the trip coil current providing contacts of the PMT. Overcurrent relay is a safety device that is used to protect when there is a fault in the equipment or electrical network from overcurrent and short circuit currents of three-phase, two-phase and phase to ground.

This research is intended to determine the correct over current relay setting value on the Tomohon GI to GI Teling transmission line over current relay settings installed at the Teling Substation with Iset = 2.5 amperes with a setting time value of 0.407 seconds while the Tomohon Substation with Iset = 3.5 amperes with a time setting value of 0.807 seconds, so what if there is a disturbance at the farthest point of the ear station then the pmt installed on the ear station will work with a time setting of 0.407 seconds while the backup will be the pmt installed on the Tomohon substation with the time setting 0.807 seconds.

Key words: Overcurrent relay, short circuit interference, current setting, time setting

I. PENDAHULUAN

Di zaman perkembangan teknologi saat ini, kecenderungan masyarakat untuk memanfaatkan energi listrik dalam kehidupan sehari-hari terus meningkat. Hal ini disebabkan karena semakin banyak aktivitas manusia yang memerlukan energi listrik, misalnya untuk keperluan industri, rumah tangga, telekomunikasi, dan lain sebagainya. Kontinyuitas penyaluran tenaga listrik yang baik merupakan dambaan setiap konsumen listrik. Dalam hal ini PT. PLN sebagai perusahaan nasional yang bergerak dalam bidang ketenagalistrikan berusaha meningkatkan sistem tenaga listrik yang sudah ada dan menghimpun seluruh potensi yang dimiliki, sehingga sangat diharapkan mampu mengatasi segala kebutuhan masyarakat akan energi listrik yang memadai, aman, handal, dan kontinyu.

Akan tetapi pada kenyataannya penyaluran tenaga listrik yang sampai pada konsumen tidaklah selalu lancar dan mudah, selalu ada kemungkinan terjadi gangguan yang menyebabkan pemadaman yang sangat tidak diharapkan oleh para konsumen. Namun demi keamanan dan keselamatan peralatan listrik maupun manusia, pemadaman harus dilakukan. Agar pemadaman tidak meluas, maka diperlukan pengaman yang dapat memerintah pemutus tenaga (PMT) untuk memisahkan bagian saluran yang mengalami gangguan. Pengaman yang banyak digunakan pada saluran transmisi adalah Overcurrent relay.

Relai pengaman arus lebih dipasang pada pembangkit dan gardu induk untuk mengamankan saluran udara tenaga listrik. Sistem tenaga listrik di Sulawesi Utara yang dinamakan "Sistem Minahasa" juga menggunakan relai pengaman arus lebih. Dalam pengoperasian Sistem Minahasa banyak juga terjadi gangguan fasa-fasa dan fasa tanah, untuk itu relai pengaman arus lebih akan bekerja lebih selektif.

Dengan permasalahan tersebut penulis mencoba untuk menganalisa setting relai arus lebih pada suatu penyulang dengan menerapkan materi-materi proteksi yang telah didapatkan didalam perkuliahan untuk diterapkan.

II. LANDASAN TEORI

A. Sistem Tenaga Listrik

Sistem tenaga listrik adalah suatu sistem penyaluran energi listrik dari pembangkit sampai ke konsumen atau pengguna energi listrik tersebut, dalam sistem tenaga listrik ini terbagi dalam beberapa bagian yaitu : Sistem Pembangkit Tenaga Listrik, Sistem Transmisi, Sistem Distribusi

B. Sistem proteksi tenaga listrik

sistem tenaga listrik tidak lepas dari kondisi gangguan yaitu gangguan internal maupun eksternal. Gangguan internal merupakan gangguan yang terjadi akibat kerusakan pada peralatan listrik itu sendiri, sedangkan gangguan eksternal berasal dari alam sekitar dan manusia, sehingga diperlukan suatu peralatan pengamanan

C. Rele Proteksi (Protection Relay)

Relai proteksi adalah susunan peralatan yang direncanakan untuk dapat merasakan atau mengukur adanya gangguan atau mulai merasakan adanya ketidaknormalan pada peralatan atau bagian sistem tenaga listrik dan segera secara otomatis membuka pemutus tenaga untuk memisahkan peralatan atau bagian dari sistem yang terganggu. Suatu rangkaian relai proteksi terdiri dari baterai, tranformator arus, transformator tegangan, PMT, kumpuran trip, dan komponen atau jaringan yang akan di proteksi. Berdasarkan konstruksinya terdapat relai elektro mekanik dan relai solid state (*static relay*). Relai elektro mekanik terdiri dari rangkaian listrik yang menggerakkan suatu mekanisme induksi magnet yang pada akhirnya harus membuka pemutus tenaga (PMT) dengan jalan menutup kontak pemberi arus kumparan trip dari PMT. Adapun relai solid state mempunyai konstruksi relai yang lebih ringkas dan juga praktis tidak memerlukan banyak pemeliharaan jika dibandingkan dengan relai elektro mekanis. Penggunaan mikroprosessor sebagai inti relai solid state.

D. Rele arus Lebih

Arus lebih adalah arus yang melampai beban maksimum yang di bolehkan. arus lebih dapat di pakai untuk mendeteksi adanya bebean lebih, gangguan hubungan singkat 2 fasa, 3 fasa, dan hubungan singakat 1 fasa ke tahan dengan menggunakan relay arus lebih (Overcurrent Relay/OCR). Pengamanan sistem atau peralatan

terhadap arus lebih semacam ini di sebut sebagai proteksi arus lebih.

1. *Perhitungan impedansi saluran*

Pada sistem tenaga listrik terdapat parameter yang digunakan untuk menghitung atau mencari nilai dari impedansi(Z) saluran, yaitu nilai resistansi(R) dan reaktansi (X) dimana nilai dari reaktansi bisa didapat dari parameter berikut ini :

$Z = \sqrt{R^2 + XL}$ (Ω/km)

Keterangan :

Z = impedansi (Ω)

R = resistansi (Ω)

XL = reaktansi (Ω)

2. *Perhitungan impedansi baru*

Untuk mengubah dari impedansi per-unit menurut suatu dasar yang diberikan menjadi impedansi per-unit menurut suatu dasar yang baru, dapat dipakai persamaan berikut:

$$Z = Zdiberikan \left(\frac{\mathbf{kVdiberikan\ dasar}}{\mathbf{kVbaru\ dasar}}\right)^{\mathbf{2}} \times \left(\frac{\mathbf{MVAbaru}}{\boldsymbol{M}\mathbf{VAdiberikan\ dasar}}\right)$$

Keterangan :

Zdiberikan = impedansi dasar (Ω)

kV = tegangan (V)

MVA = daya (Mva)

3. *Perhitungan arus lebih dan arus gangguan*

Relai arus lebih mengandung relai arus dan relai waktu, dimana relai waktu dapat berdiri sendiri misalnya pada relai arus lebih dengan karakteristik waktu tertentu ataupun terkait dengan besarnya arus yang melampauinya yaitu pada relai arus lebih waktu terbalik. Disamping itu relai arus lebih diatas dilengkapi dengan relai arus lebih seketika. Dengan demikian pada penyetelan arus lebih ini perlu menyetel arus, waktu dan arus seketikanya.

- Penyetelan arus

Sebuah jaringan radial SUTT diperlukan pengaman ketika terjadi gaungguan hubung singkat. Relai arus lebih salah satu pengaman jaringan terhubung pada PMT diperlukan penyetelan yang handal agar supaya relai arus lebih ini dapat bekerja dengan selektifitas. Diperlukan penyetelan waktu *time grading* agar supaya relai bisa bekerja dengan baik.

Untuk menghitung arus beban penuh kita perlu menentukan MVA*base* terlebih dahulu dan beban konsumen pada tiap saluran distribusi pada gardu induk, kemudian menggunakan rumus dibawah untuk menggunakan :

$I_{fl} = \frac{P}{\sqrt{3}.kV}$.

Keterangan :

I_{fl} = arus beban penuh (A)

P = beban (MVA)

kV = Tegangan jaringan (kV)

- Rumus untuk menghitung MVAfault :

Untuk mendapatkan besarnya nilai arus gangguan hubung singakt pada gardu induk sistem tenaga listrik ditulis dalam MVA, maka digunakan rumus dibawah ini :

$MVA_f = \frac{MVAbase}{Xtotal}$

Keterangan :

MVA_f= gangguan hubung singkat beban

MVA_{base} = beban yang ditentukan

Xtotal = reaktansi total

- Rumus perhitungan arus gangguan tiga fasa :

Gangguan hubung singkat yang terjadi pada sistem tenaga listrik adalah gangguan antara fasa dan fasa ke tanah. Gangguan hubung singkat antar fasa yaitu gangguan tiga fasa dan dua fasa. Gangguan tiga fasa merupakan gangguan hubung singkat yang terjadi dengan mengakibatkan nilai arus yang besar. Untuk mendapatkan arus gangguan hubung singkat tiga fasa pada jaringan listrik menggunakan perhitungan dibawah ini :

$Isc_{3ø} = \frac{MVAf}{\sqrt{3}.kV}$

Keterangan :

$Isc_{3ø}$ = arus hubung singkat tiga fasa (A)

MVAf = beban hubung singkat

kV = tegangan (kV)

- Rumus perhitungan arus gangguan dua fasa :

Pada sistem tenaga listrik terdapat gangguan hubung singkat yaitu antar fasa dan fasa ke tanah. Gangguan antar fasa dibawah ini merupakan perhitungan gangguan dua fasa pada jaringan listrik.

$Isc_{2ø} = 0.866 . Isc_{3ø}$

Keterangan :

$Isc_{2ø}$ = arus hubung singkat dua fasa (A)

$Isc_{3ø}$ = arus hubung singkat tiga fasa (A)

4. *Batas penyetelan arus minimum dan maskimum relai arus lebih*

Dalam penyetelan suatu relai proteksi arus lebih diperlukan data-data dan perhitungan dasar mengenai sistem tenaga listrik. Langkah – langkah awal

yang dilakukan adalah menganalisa data - data suatu jaringan tempat relai proteksi tersebut. Hasil dari analisa yang didapatkan akan menjadi data masukkan pada pethitungan setting relai proteksi tersebut. Proses akhir dari perhitungan ini akan mendapatkan hasil dalam bentuk persamaan batas penyetelan maksimum dan minimum

- Batas penyetelan arus minimum

Perhitungan ini bawah ini merupakan batas penyetelan arus minimum

Adapun batas penyetelan arus pik up minimum adalah :

Ipp = $\frac{Ks}{Kd} Ifl$

Keterangan :

Ipp : Setting arus

I*fl* : Arus beban penuh

Ks : faktor keamanan (1,05 – 1,3)

Kd : faktor arus kembali (0,7 – 0,95)

- Batas penyetelan arus maksimum

Perhitungan dibawah ini merupakan batas penyetelan arus maksimum

Ipp = $\frac{Iscmin}{Ks}$

Keterangan :

Ipp = setingg arus

I*scmin* : arus hubung singkat dua fasa

Ks : faktor sensitivitas (1,3 – 1,5)

dari persamaan diatas mendapatkan perhitungan :

untuk mendapatkan I*scmin* menggunakan rumus dibawah ini perhitungan gangguan hubung singkat dua fasa.

Ipp= Ks.$Isc_{2}ø$

Keterangan :

Ipp : setting arus

Ks : faktor keamanan dalam hal ini Ks = 0.8

I$sc_{2}ø$: arus gangguan dua fasa pada pembangkitan minimum di satu seksi hilirinya.

Dari hasil – hasil batas penyetelan minimum dan maksimum akan dimasukkan

pada persamaan penyetelan rele arus lebih untuk gangguan fasa seperti dibawah ini :

$$\frac{Ks}{Kd} \times Ifl < Ipp < \frac{Iscmin}{Ks}$$

Untuk menentukan arus setting menggunakan persamaan dibawah ini :

$$\frac{Ifl}{CT} < Ips < \frac{Iscmin}{CT}$$

5. *Penyetelan waktu kerja relai arus lebih*

Untuk mendapatkan hasil penyetelan waktu kerja terdapat dua bagian yaitu melalui perhitungan berdasarkan rumus IEEE yang terdapat pada instruksi manual *general electric* F650 dan setelah mendapatkan hasilnya dijumlahkan dengan menggunakan cara penyetelan waktu kerja relai.

- *Rumus perhitungan waktu berdasarkan IEEE general electric F650*

Dalam standar waktu IEEE dipilih karakteristik kurva *very inverse*, dibawah ini adalah rumus tersebut.

$$t = \text{dial} \times \left[\frac{A}{\left(\frac{I}{Itap}\right)^{p} - 1} + B\right]$$

Keterangan :

t = waktu kerja dalam detik

dial = *multiplier setting*

I = arus masukan

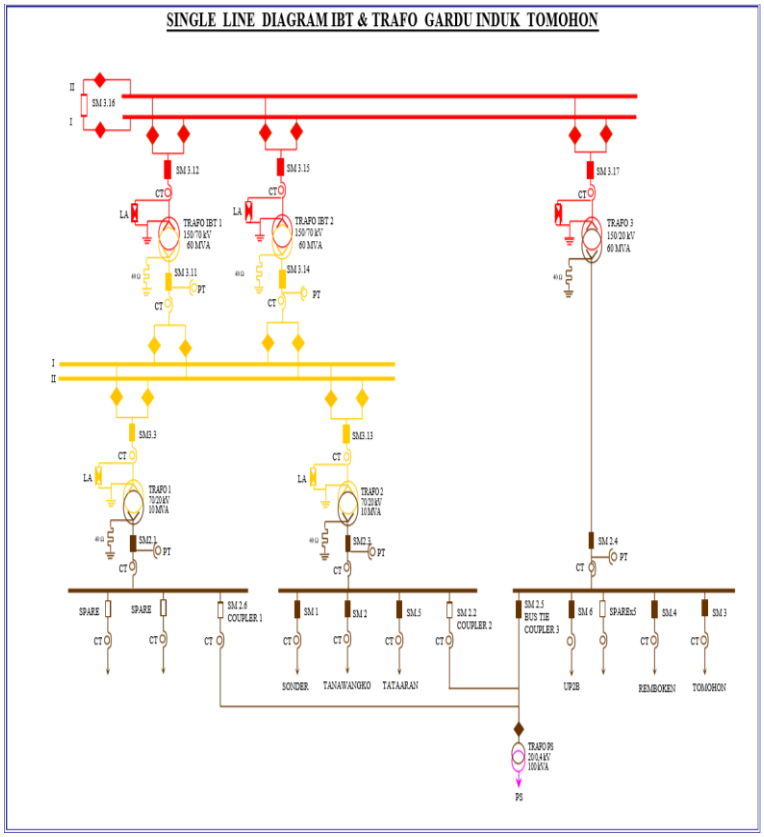
Itap = nilai arus *pickup*

A,B,p= konstanta

III. DATA TEKNIS PT.PLN (PERSERO) UPT MANADO

Gardu induk TOMOHON terletak di JL.TOMOHON-TONDANO Kel. MATANI, Kec. TOMOHON Tengah,Kota TOMOHON, SULAWESI UTARA. GI TOMOHON berada pada feeder penyulang transmisi 150/70 KV dan 70/20 KV menyuplai daya sebesar 60 MVA dan 10 MVA

Gambar 3.1 Single line diagram GI TOMOHON



1. *Data-data teknis*

Didalam penelitian ini yang akan dianalisa adalah relai arus lebih terutama bagaimana mensetting (penyetelan) arus dan waktu dari relai arus lebih. Adapun data-data yang akan menunjang dalam perhitungan dan analisa penelitian ini ada pada penyetelan berikut.

Data teknis generator PLTP LAHENDONG

Table 3.2

PLTP LAHENDONG	DAYA TERPASANG	TEGANGAN	REAKTANSI
UNIT 1	20 MW	11 KV	13,5 (%)
UNIT 2	20 MW	11 KV	13,5 (%)
UNIT 3	20 MW	11 KV	13,5 (%)
UNIT 4	20 MW	11 KV	13,5 (%)

mengunakan penghantar Data teknis saluran transmisi ACSR 240mm^2 KHA : 600A

Table 3.3

No.	Saluran Transmisi	Panjang (km)	R (per km)		XL (per km)	
			Positif	Nol	positif	nol
1.	Pltp lahendon-gi tomohon	7,694	0,1183	0,31	0,3877	0,7173
2.	Gi tomohon-gi teling	17	0,1183	0,31	0,3877	0,7173

Table 3.4

Transformator 1	
Merek	HYUNDAI
Tipe	TM-267
No seri	T73009
Daya	10 MVA
Tegangan pada sisi primer	70 KV
Tegangan pada sisi sekunder	20 KV
Nilai ratio CT pada sisi 70 KV	300/2 A
Nilai ratio CT pada sisi 20 KV	300/1 A
Frekuensi	50 Hz
Sambungan	YNYN0D1

Tabel 3.5

Transformator 2	
Merek	HYUNDAI
Tipe	TM-573
No seri	T923011
Daya	10 MVA
Tegangan pada sisi primer	70 KV
Tegangan pada sisi sekunder	20 KV
Nilai ratio CT pada sisi 70 KV	120/2 A
Nilai ratio CT pada sisi 20 KV	350/1 A
Frekuensi	50 Hz
Sambungan	YNYN0

Gambar 3.4 Data teknis transmisi UPT MANADO

No	Jurusan		Tegangan kV	Route kmr
	Awal	Balik		
Tragi Sawangan				
1	Tonsealama - Tomohon	Tomohon - Tonsealama	70	10.093
2	Tonsealama - Sawangan	Sawangan - Tonsealama	70	7.832
3	PLTA Tonsealama - GI Tonsealama	GI Tonsealama - PLTA Tonsealama	30	0.378
4	Sawangan - Ranomuut	Ranomuut - Sawangan	70	19.655
5	Sawangan - Bitung	Bitung - Sawangan	70	28.85
6	Sawangan - Tanggari I	Tanggari I - Sawangan	70	5.896
7	Sawangan - Tanggari II	Tanggari II - Sawangan	70	3.8
8	Teling - Tomohon	Tomohon - Teling	70	17
9	Teling - Ranomuut	Ranomuut - Teling	70	3.245
10	Bitung - Likupang	Likupang - Bitung	70	31
11	Paniki - Tanjung Merah	Tanjung Merah - Paniki	150	27.152
12	GIS Teling - Paniki	Paniki - GIS Teling	150	11.551
JML	12	Total		166.452
Tragi Lopana				
1	Tomohon - Tasikria	Tasikria - Tomohon	70	26.040
2	Tomohon - Lahendong 3,4	Lahendong 3,4 - Tomohon	150	7.694
3	Lahendong 1,2 - Kawangkoan	Kawangkoan - Lahendong 1,2	150	9.940
4	Lahendong 1,2 - Lahendong 3,4	Lahendong 3,4 - Lahendong 1,2	150	3
5	Lahendong 5,6 - Kawangkoan	Kawangkoan - Lahendong 5,6	150	0,424
6	Kawangkoan - Lopana	Lopana - Kawangkoan	150	22.165
7	Lopana - Otam	Otam - Lopana	150	70.700
8	Lopana - PLTU Amurang	PLTU Amurang - Lopana	150	17.875
9	Lopana - GIS Teling	GIS Teling - Lopana	150	45
10	Otam - Lolak	Lolak - Otam	150	37.590
11	PLTU Amurang - LMVPP	LMVPP - PLTU Amurang	150	
JML	11	Total		240.004
Tragi Gorontalo				
1	Lolak - Boroko	Boroko - Lolak	150	88.6
2	Isimu - Boroko	Boroko - Isimu	150	74.038
3	Isimu - Marisa	Marisa - Isimu	150	111.905
4	Isimu - Botupingge	Botupingge - Isimu	150	36.97
5	Single phi - Anggrek	Anggrek - Single Phi	150	12.995
JML	5	Total		324.508
Tot	#REF!	Total Aset Transmisi		730.964

IV. Setting relai arus lebih pada jaringan tarnsmisi GI TOMOHON– GI TELING pada sistem minahasa

1. Perhitungan impedansi

Perhitungan impedansi pada jaringan transmisi gi tomohon – gi teling serta dengan impedansi jaringan transmis pada PLTP LAHENDONG – GI TOMOHON di hitung menggunakan persamaan di atas dengan menentukan base terlebih dahulu. Base yang di pilih adalah pada sisi transformator daya pada GARDU INDUK TOMOHON 20 MVA, teganagn 70 kv.

Perhitungan impedansi jarinagn menggunakan data berdasarkan table di atas perhitungan di bawah ini meliputi impedansi jaringan dan impedansi jaringan per-unit (p.u), maka perhitungan impedansi jaringan sebagai berikut :

- erhitungan impedansi jaringan transmisi PLTP LAHENDONG – GI TOMOHON

$Z = \sqrt{0{,}1183 + 0{,}3877^2}$ (Ω/km) x 7,694 km

$Z = \sqrt{0{,}18399489 + 0{,}15031129}$ (Ω/km) x 7,694 km

Z = 0,4053 (Ω/km) x 7,694 km

Z = 3,11Ω

- Perhitungan impedansi baru jaringan transmisi PLTP LAHENDONG – GI TOMOHON

Z = 3,11 $\left(\frac{70}{70}\right)^2$ x $\left(\frac{20}{25}\right)$

Z = 3,11 x (0,8)

Z = 2,48 p.u

- Perhitungan impedansi jaringan transmisi GI TOMOHON – GI TELING

$Z = \sqrt{0{,}1183 + 0{,}3877^2}$ (Ω/km) x 17 km

$Z = \sqrt{0{,}18399489 + 0{,}15031129}$ (Ω/km) x 17 km

Z = 0,4053 (Ω/km) x 17 km

Z = 6,89 Ω

- Perhitungan impedansi baru jaringan transmisi GI TOMOHON – GI TELING

Z = 6,89 $\left(\frac{70}{70}\right)^2$ x $\left(\frac{20}{25}\right)$

Z= 6,89 x (0,8)

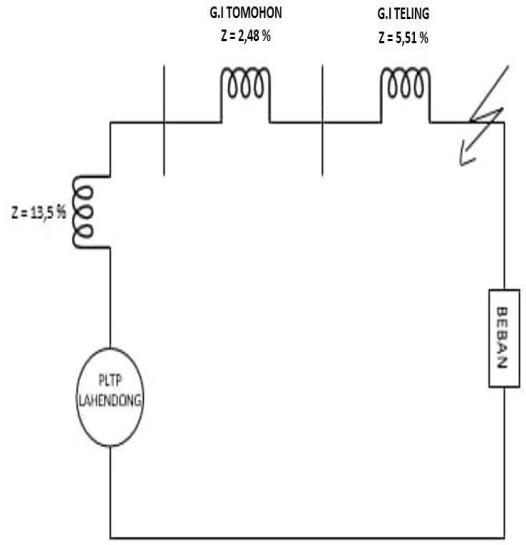
Z= 5,51 p.u

2. Setting Relay overccurent (penyetelan arus lebih)

Untuk mensetting relay arus lebih di bagi dua perhitungan yaitu:

Setting arus dan setting waktu, dimana untuk setting arus maka pembangkit akan bekerja maksimum dan ganguan pada titik yang terjauh dari jaringan yang di amati sedangkan untuk setting waktunya maka pembangkit bekerja minimum dan gangguan pada titik terdekat

a. Perhitungan setting arus lebih GI TELING



Gambar rangkain 4.1

Berdasrkan data yang di peroleh maka di buat diagram gambar rangkain dari GI Teling – GITomohon.

GI teling dengan mengangap rangkain ada pada ujung saluran maka di peroleh:

- Arus ganguan pada beban penuh :

  IFL = $\frac{20\ x\ 10^6}{\sqrt{3x70x10^3}}$ = $\frac{20.000.000}{121.243} = 164.95\ A$

  Zeq = 13.5 %+2,48%+5,51% = 21.49%

- MVAfault = $\frac{20}{21.49\%} = \frac{20}{0,2149} = 93,066 MVA$
- Menghitung arus ganguan 3Ø = $\frac{93,066}{\sqrt{3}x\ 70\ x10^3} = \frac{93,066x10^6}{\sqrt{3}x\ 70\ x10^3} = \frac{93,066.00}{121.243} =$ 767,598 A
- Menghitung arus ganguan 2Ø = 0,866 x 767,598 = 664,739 A
- Penyetelan arus minimum dan maksimum relay arus lebih dengan menggunakan persamaan (2.11) di peroleh

  Ipp = $\frac{1,2}{0,8}$ (164 .95) < Ipp < $\frac{664,739}{1.5}$

  1.5 (164,95) < Ipp < $\frac{664,739}{1.5}$

  247,42 < Ipp < 477.60

  Ips = $\frac{247.42}{200/1} < \text{Ips} < \frac{443,159}{200/1}$ =

  1.23 < Ips < 2.21

Hasil perhitungan mendapat setting arus dengan nilai 1.23 < Ips < 2.21 maka di tentukan 2,5 sebagai nilai setting arus untuk relai arus lebih pada GI TELING.

b. Setting waktu

Tabel 4.1

Data teknis konstanta relai General Electric F650

Bentuk kurva IEEE	Nama	A	B	C
IEEE Extremely inverse	IEEE Ext inv	28,2	0,1217	2,0000
IEEE Very inverse	IEEE Very inv	19,61	0,491	2,0000
IEEE inverse	IEEE Mod inv	0,0515	0,1140	0,0200

Setting waktu relai pada teling dan gi tomohon menggunakan karakteristik IEEE Ext inverse

- **Perhitungan setting waktu relai berdasrkan IEEE Ext inverse**

GARDU INDUK TELING

Dial =1

T = 1x $\left[\frac{28.2}{\left(\frac{206.195}{1.5}\right)^2 - 1} + 0.1217\right]$

T = 1x $\left[\frac{28.2}{(137.465)^2 - 1} + 0.1217\right]$

T = 1x $\left[\frac{28.2}{(18896.62)^2 - 1} + 0.1217\right]$

T = 1x [0.00149233 + 0.1217]

T = 1x [0.12319233]

T = 0.123 mendekati 0.407 pada dial 1

Jadi jika menggunakan setting waktu 0.407 detik untuk gardu induk teling

- **Penyetelan waktu kerja relai satu seksi di hulunya**

Waktu yang didapat pada gardu induk teling digunakan pada metode ini yaitu menjumlahkan hasil tersebut dengan Δt = 0,3 – 0,5 yang akan ditentukan. Δt yang akan digunakan adalah 0,4 untuk gardu induk yang selanjutnya

- **GARDU INDUK TOMOHON**

Hasil penjumlahan waktu GARDU INDUK TOMOHON dan Δt mendapatkan TB = TA + Δt = 0,407 + 0,4 = 0,807 detik jadi kita menggunakan setting waktu 0,807detik untuk GARDU INDUK TOMOHON

c. Hasil dan analisa perhitungan relai arus lebih

Table 4.2

Hasil perhitungan impedansi saluran

No.	Saluran Transmisi	Panjang (km)	R (per km)		XL (per km)	
			Positif	Nol	positif	nol
1.	Pltp lahendon-gi tomohon	7,694	0,1183	0,31	0,3877	0,7173
2.	Gi tomohon-gi teling	17	0,1183	0,31	0,3877	0,7173

- **Hasil perhitungan setting arus relai arus lebih**

Setelah melakukan perhitungan maka didapatkan hasil setting relai arus lebih setiap gardu induk.

Tabel 4.3

Hasil perhitungan setting arus

Gardu Induk	Arus Gangguan 3 fasa (A)	Arus Gangguan 2 fasa (A)	Iset (A)
GI TELING	767,598	664,739	2,5
GI TOMOHON	1.032,274	893,949	3,5

- **Hasil perhitungan setting waktu arus lebih**

  Pada table di bawah ini merupakan hasil setting waktu untuk setiap gardu induk.

Table 4.4
Hasil perhitungan setting waktu

Gardu Induk	Waktu (detik)
GI TELING	0.407
GI TOMOHON	0,807

Dari hasil perhitungan di atas dapat di peroleh relai arus lebih yang terpasang pada jaringan transmisi gi tomohon - gi teling. Jika terjadi ganguan pada ujung jaringan transmisi gi teling maka relai arus lebih yang terpasang pada PMT bus gi teling akan bekerja pada setting waktu 0,407 detik dengan setting arus2,5 ampere dan yang menjadi backup adalah relai arus lebih yang terpasang pada PMT bus gi tomohon dengan setting waktu 0,807 dengan setting arus 3,5 ampere.

Dari hasil pembahasan di atas dapat di ketahui semakin jauh letak relai arus lebih dari pembangkit, setting waktu dan arus harus lebih kecil dari pada setting relai di belakangnya agar terkordinasi dengan baik dan saat terjadi gangguan akan bekerja lebih dahulu sehingga gangguan akan di atasi dengan cepat.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

a. kesimpulan

Setelah melakukan penelitian dan perhitungan rele arus lebih pada jaringan transmisi gi tomohon-gi teling dapat di simpulkan bahwah hasil perhitungan setting rele arus lebih di peroleh kesimpulan sebagai berikut :

GARDU INDUK TELING mendapat Iset = 2,5 ampere dengan nilai setting waktu 0,407 detik

GARDU INDUK TOMOHON mendapat Iset = 3.5 ampere dengan nilai setting waktu 0,807 detik

Dengan demikain dapat di ketahui stting arus dan waktu relai tidak akan sama dari hulu ke hilir agar rele tidak bekerja secar bersamaan melainkan berurutan satu sama lainnya agar dapat terkordinasi dengan baik sehingga ganguan dapat di atasi dengan cepat.

b. Saran

Hasil dari penelitian ini bisa menjadi refrensi dan pertimbangan untuk setting relai arus lebih dengan kondisi seperti ini.

KUTIPAN

1. P.M., Anderson, *Power System Protection*, McGraw-Hill, USA, 1998
2. Bonar pandjaitan proteksi system tenaga listrik (yogyakarta: Andi 2012)hal 67-114
3. Gonen T, *Electric Power Distribution System Engineering*, Mc Graw Hill, Inc, 1986
4. Cekdin, C., & Barlian, T. (2013). Transmisi Daya Listrik. Yogyakarta: ANDI.
5. Sunil S.Rao, *Switchgear and Protection*, Khana Publisher, New Delhi, 1982
6. Guntoro, H., Syamsudin, R., Anggara, G. P., & Kelvin, I. (2010, 2 12). Karakteristik Overcurrent Relay, Pola Proteksi dan Overcurrent Relay. Retrieved 2019, from Ensiklopedia Listrik
7. Alstom Transmision and Distribution Protection and Control,*Protective Relay* Application Guid 3rd Edition,1987,
8. W. D. Stevenson, Jr., Analisa Sistem Tenaga Listrik. Edisi keempat, penerbit Erlangga Jakarta, 1994
9. PT. PLN (Persero) PUSDIKLAT, 2009. Dasar-Dasar Sistem Proteksi T.T.
10. Djiteng Marsudi, 2005. Pembangkitan Energi Listrik. Jakarta: Erlangga.

Jeferson R.F.Roya – Study Setting Relay Overcurrent Pada GI Tomohon

Jeferson R.F.Roya lahir di Tomohon,13 November 1996. Pada tahun 2015 memulai pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado di Jurusan Teknik Elektro, pada tahun 2017 mengambil minat Teknik Tenaga Listrik. Dalam menempuh pendidikan penulis juga pernah melaksanakan kerja praktek yang bertempat di PLTP Lahendong unit 1,2,3,4 pada bulan juni tahun 2018 sampai selesai dan pada bulan januari tahun 2021 telah menyelesaikan pendidikan di Fakultas Teknik Elektro universitas Sam Ratulangi Manado, dengan minat penelitian adalah tentang Study Setting Relay Overcurrent pada GI Tomohon.